

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005299

International filing date: 16 March 2005 (16.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-076636
Filing date: 17 March 2004 (17.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

16. 3. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 1 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 7 6 6 3 6
Application Number:

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

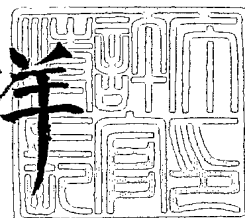
J P 2 0 0 4 - 0 7 6 6 3 6

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 4 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 2003-06559
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01M 8/00
H01M 8/04
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 吉田 尚弘
【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代理人】
【識別番号】 100079108
【弁理士】
【氏名又は名称】 稲葉 良幸
【選任した代理人】
【識別番号】 100093861
【弁理士】
【氏名又は名称】 大賀 真司
【選任した代理人】
【識別番号】 100109346
【弁理士】
【氏名又は名称】 大貫 敏史
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008268
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0309958

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

燃料ガス供給源に元弁を備える燃料電池システムのガス漏れ検出装置であって、
前記元弁を閉鎖した後に当該元弁の下流の燃料ガス供給路内を減圧処理し、
前記燃料ガス供給路の下流に設けられた遮断弁を閉鎖して前記元弁と当該遮断弁との間に封止空間を形成し、

前記封止空間の圧力変化を監視して当該封止空間の圧力変化に基づいて前記元弁が閉鎖されているか否かを判定すること、を特徴とするガス漏れ検出装置。

【請求項 2】

前記封止空間の圧力変化が、所定量以上圧力が上昇するものであった場合に前記元弁の異常と判定する、請求項 1 に記載のガス漏れ検出装置。

【請求項 3】

前記封止空間の圧力変化量が、所定量以上圧力が下降するものであった場合に前記燃料ガス供給路内のガス漏れであると判定する、請求項 1 に記載のガス漏れ検出装置。

【請求項 4】

前記燃料ガス供給路を流通する前記燃料ガスを回収する回収タンクと、
前記減圧処理時に前記回収タンクに前記燃料ガスを回収する駆動手段とを備えた、請求項 1 に記載のガス漏れ検出装置。

【請求項 5】

前記遮断弁は、当該遮断弁の下流における減圧処理の継続中に閉鎖される、請求項 1 に記載のガス漏れ検出装置。

【請求項 6】

圧力監視装置を備え、
前記減圧処理では、前記圧力監視装置における圧力監視が可能な範囲に前記燃料ガス供給路内が減圧される、請求項 1 に記載のガス漏れ検出装置。

【請求項 7】

前記燃料ガス供給路に圧力レンジの異なる複数の前記圧力監視装置を設け、前記燃料ガス供給路の減圧された圧力の大きさに応じていずれかの前記圧力監視装置を選択する、請求項 6 に記載のガス漏れ検出装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガス漏れ検出装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、燃料電池システムに係り、特に水素タンクの元弁からのガス漏れを検出する技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来の燃料電池システムのために、燃料ガスである水素ガスの漏洩を検出する技術が開発されていた。例えば、特開 2 0 0 2 - 1 5 1 1 2 6 号公報では、水素タンクの圧力を検出して水素ガスの使用量を検出する一方、過去の走行履歴から現在の水素ガスの使用量を推定し、検出された水素ガスの使用量と推定された水素ガスの使用量に基づいてガス漏れを検出していた（特許文献 1）。

【特許文献 1】 特開 2 0 0 2 - 1 5 1 1 2 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

しかし、上記従来の技術では、運転状態における燃料電池システムのガス漏れを判定することはできても、運転停止時に高圧水素タンクの元弁が完全に閉じられたか否かが判定できなかった。

【0 0 0 4】

そこで本発明は、水素供給源の元弁からのガス漏れを確実に検出可能なガス漏れ検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

上記課題を解決するために、本発明は、燃料ガス供給源に元弁を備える燃料電池システムのガス漏れ検出装置であって、元弁を閉鎖した後に当該元弁の下流の燃料ガス供給路内を減圧処理し、燃料ガス供給路の下流に設けられた遮断弁を閉鎖して元弁と当該遮断弁との間に封止空間を形成し、封止空間の圧力変化を監視して当該封止空間の圧力変化に基づいて元弁が閉鎖されているか否かを判定すること、を特徴とする。

【0 0 0 6】

上記構成によれば、閉じられた元弁の下流側が減圧処理されるため、元弁の上流側と下流側とは差圧が生じる。もしも元弁に欠陥、例えば弁の開閉異常やシールが不完全になっている等の欠陥が生じているとその差圧によって元弁から燃料ガスが漏れ出る。この減圧された元弁の下流側は遮断弁を閉鎖することによって封止空間となっているので、元弁から燃料ガスが漏れ出ていれば当該封止空間の圧力が変化するはずである。この圧力変化を監視することにより元弁のシール状態を監視することが可能である。

【0 0 0 7】

なお、元弁閉弁後に実施する減圧処理と遮断弁の閉鎖処理とはどちらが先でもまたは同時でもよい。

【0 0 0 8】

また「元弁」は、水素供給源（高圧タンク等）の燃料ガス出入口部またはその近傍のガス供給路に設けられた（タンク）開閉弁または遮断弁ともいう。

【0 0 0 9】

ここで「燃料ガス供給源」に限定はなく、高圧水素タンク、水素吸蔵合金を用いた水素タンク、改質ガスによる水素供給機構、液体水素タンク、液化燃料タンク等、種々のものが挙げられる。

【0 0 1 0】

「減圧処理」は供給路の燃料ガス圧力を減じることが出来る処理の総てを意味し、例えば、燃料電池を稼働させて燃料ガスを消費する処理、パージ弁を備えていればそれを開弁

して圧力を抜く処理、リリーフ弁を備えていればそれを開弁する処理等をいう。

【0011】

本発明では、例えば、封止空間の圧力変化が、所定量以上圧力が上昇するものであった場合に元弁の異常と判定することができる。高圧の燃料ガス供給源から元弁を通して燃料ガスが漏れ出れば封止空間の圧力が上昇するはずだからである。

【0012】

また例えば、封止空間の圧力変化量が、所定量以上圧力が下降するものであった場合に燃料ガス供給路における穴あき等の亀裂によるガス漏れであると判定することができる。元弁の閉鎖が完全であった場合にもしも供給路にガス漏れが生じてれば当該供給路の圧力は下がる。また、元弁から若干のガス漏れがあったとしても当該封止空間を形成している供給路に元弁からのガス流入を超える量のガス漏れが生じていればその圧力は下がるはずだからである。

【0013】

本発明では、燃料ガス供給路を流通する燃料ガスを回収する回収タンクと、減圧処理時に回収タンクに燃料ガスを回収する駆動手段とを備えている。上記構成によれば、供給路に残留している燃料ガスを駆動手段によって回収タンクに回収して貯留することができ、次の始動時に当該回収タンクに貯留されていた燃料ガスを燃料電池に供給することが可能である。

【0014】

ここで「駆動手段」とは、強制的に燃料ガスを回収する構成物をいい、ポンプやコンプレッサ、タービンのようなものを含む。

【0015】

また遮断弁は、当該遮断弁の下流における減圧処理の継続中に閉鎖されることが好ましい。遮断弁は例えばパイロット式ソレノイドバルブを構成していることがあり、このような構成のバルブは下流側の圧力を減じながら遮断処理することでシールが確実に行えるからである。

【0016】

さらに圧力監視装置を備え、減圧処理では、圧力監視装置における圧力監視が可能な範囲に前記燃料ガス供給路内が減圧されるように構成してもよい。圧力変化は圧力監視装置によって検出されるが、その検出可能な範囲に圧力が設定されていなければ監視不可能になるからである。なお、「圧力監視装置」とは、圧力センサ等、圧力の相対値を検出可能な手段をいう。

【0017】

さらに、燃料ガス供給路に圧力レンジの異なる複数の圧力監視装置を設け、燃料ガス供給路の減圧された圧力の大きさに応じていずれかの圧力監視装置を選択するようにしてもよい。高圧用、低圧用等、圧力レンジに対応して圧力監視装置が設けられている場合に、減圧後のガス供給路内の圧力に対応してその圧力において精度の良い検出ができる圧力監視装置を選択するので、漏れ判定制度を向上させることができる。

【発明の効果】

【0018】

以上本発明によれば、閉じられた元弁の下流側が減圧処理され封止空間とされその圧力変化を監視するので、元弁の開弁状態を確実に検出することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

次に本発明を実施するための好適な実施形態を、図面を参照しながら説明する。以下の実施形態は本発明の一形態に過ぎず、本発明はこれに限定されずに適用可能である。

【0020】

(実施形態1)

実施形態1は、電気自動車等の移動体に搭載する燃料電池システムに本発明のガス漏れ検出装置を適用したものである。図1に本燃料電池システムのシステム全体図を示す。

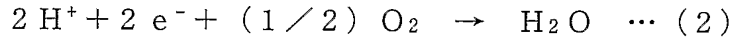
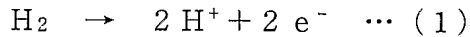
【0021】

図1に示すように、当該燃料電池システムは、燃料電池スタック10に燃料ガスである水素ガスを供給するための系統と、酸素源である空気を供給するための系統と、燃料電池スタック10を冷却するための系統とを備えて構成されている。

【0022】

燃料電池スタック10は、水素ガス、空気、冷却水の流路を有するセパレータと、一対のセパレータで挟み込まれたMEA (Membrane Electrode Assembly) とから構成されるセルとを複数積層したスタック構造を備えている。MEAは高分子電解質膜を燃料極及び空気極の二つの電極を挟み込んだ構造をしている。燃料極は燃料極用触媒層を多孔質支持層状に設けてあり、空気極は空気極用触媒層を多孔質支持層上に設けてある。燃料電池は水の電気分解の逆反応を起こすものであるために、陰極（カソード）である燃料極側には燃料ガスである水素ガスが供給され、陽極（アノード）である空気極側には酸素を含んだガス（空気）が供給され、燃料極側では式（1）のような反応を、空気極側では式（2）のような反応を生じさせて電子を循環させ電流を流すものである。

【0023】



燃料電池スタック10に燃料ガスとしての水素ガスを供給するための系統は、本発明の水素ガス供給源に相当する水素タンク11、元弁（遮断弁）SV1、調圧弁RG、燃料電池入口遮断弁SV2、燃料電池スタック10を経て燃料電池出口遮断弁SV3、気液分離器12及び気液分離器用遮断弁SV4、水素ポンプ13、循環路遮断弁SV6、回収タンク15、及び循環路遮断弁SV7を備えている。水素ガスは、元弁SV1から燃料電池スタック10に至る水素ガス供給路によって供給される他、当該供給路と一部重なる調圧弁RG、遮断弁SV2、SV3、気液分離器12、水素ポンプ13、遮断弁SV6、回収タンク15、及び順路遮断弁SV7を循環する循環経路Rによっても供給される。

【0024】

水素タンク11には高圧の水素ガスが充填されている。水素タンクとしては高圧水素タンクの他に、水素吸蔵合金を用いた水素タンク、改質ガスによる水素供給機構、液体水素タンク、液化燃料タンク等種々のものを適用可能である。水素タンク11の供給口には本発明に係る元弁SV1が設けられている。元弁SV1は制御部20の制御信号によって開閉が制御され、水素ガスを供給路に供給するかまたは遮断するかが選択される。調圧弁RGの調整量は、空気極側のコンプレッサ22の運転状態によって定まるようになっている。すなわち制御部20によるコンプレッサ22の駆動、遮断弁SV8及びSV9に対する操作により循環経路Rの圧力が調整される。例えば、遮断弁SV8を開くことによって調圧弁RGへの供給空気圧を上昇させ循環経路Rへの供給圧力を上昇させ、遮断弁SV9を開くことによって調圧弁RGへの供給空気圧を下降させ循環経路Rへの供給圧力を下降させる。

【0025】

燃料電池入口遮断弁SV2は、燃料電池の発電停止時等、本発明のガス漏れ実施の際に制御部20の制御信号に基づいて閉鎖される。元弁SV1及び遮断弁SV2が閉鎖された場合の元弁SV1—遮断弁SV2間に形成される封止空間の圧力変化は、圧力センサp1または圧力センサp2で検出されるようになっている。燃料電池出口遮断弁SV3も燃料電池の発電停止時に閉鎖される。

【0026】

気液分離器12は、通常運転時において燃料電池スタック10の電気化学反応により発生する水分その他の不純物を水素オフガス中から除去し、遮断弁SV4を通じて外部に放出するものである。水素ポンプ13は、制御部20の制御信号に基づいて、水素ガスの循環経路R中に水素ガスを強制循環させる。特に、水素ポンプ13は発電停止時にも水素ガスを強制的に送り出し回収タンク15内に蓄積させるように動作する。パージ遮断弁SV5は、循環経路Rに接続されパージ時に開放される他、発電停止時に開放され循環経路R

内の圧力を下げようになっている。パージ遮断弁SV5から排出された水素オフガスは希釈器14に供給され、空気オフガスによって希釈されるようになっている。

【0027】

回収タンク15は循環経路R内に滞留している水素を貯留可能な容積を備え、発電停止時には水素ポンプ13の駆動に循環経路R中に滞留している水素ガスを集中して貯留するようになっている。遮断弁SV6は通常運転時には開放されているが、発電停止シーケンスにおいて回収タンク15に水素ガスが貯留された後は制御部20の制御信号によって遮断されるようになっている。また始動時に回収タンク15内の水素ガスが消費されるまでの間も閉鎖されるようになっている。圧力センサp3は遮断弁SV6が閉鎖された後の回収タンク15の圧力を検出可能になっている。循環遮断弁SV7は、発電停止時に遮断されるが、始動時に回収タンク15に貯留されている水素ガスを燃料電池スタック10に供給する場合や通常運転時には開放されるようになっている。

【0028】

燃料電池スタック10に空気を供給するための系統としては、エアクリーナ21、コンプレッサ22、加湿器23を備えている。エアクリーナ21は、外気を浄化して燃料電池システムに取り入れる。コンプレッサ22は、取り入れられた空気を制御部20の制御信号に基づいて圧縮することによって燃料電池スタック10に供給される空気量や空気圧を変更するようになっている。加湿器23は圧縮された空気と空気オフガスと間で水分の交換を行って適度な湿度を加える。コンプレッサ22により圧縮された空気の一部は燃料系の調圧弁制御のために供給され、遮断弁SV8-SV9間の区間の空気圧が調圧弁RGのダイヤフラムに印加されるようになっている。燃料電池スタック10から排出された空気オフガスは希釈器14に供給され、水素オフガスを希釈するようになっている。

【0029】

燃料電池スタック10の冷却系は、ラジエタ31、ファン32、及び冷却ポンプ33を備え、冷却水が燃料電池スタック10内部に循環供給されるようになっている。

【0030】

制御部20はECU (Electric Control Unit) 等の公知のコンピュータシステムであり、図示しないROM等に格納されている本発明を実施させるソフトウェアプログラムを図示しないCPU (中央処理装置) が順次実行することにより、当該システムを本発明のガス漏れ検出装置として動作させることが可能になっている。すなわち、後に説明する手順(図2~4)によって、制御部20は、元弁SV1を閉鎖し、元弁SV1の下流の燃料ガス供給路内を減圧処理し、燃料ガス供給路の下流に設けられた燃料電池入口遮断弁SV2を閉鎖して元弁と当該遮断弁との間に封止空間を形成し、封止空間の圧力変化を監視して当該封止空間の圧力変化に基づいて元弁SV1が閉鎖されているか否かを判定するものである。

【0031】

なお、上記各遮断弁の構造には限定はないが、例えばパイロット式ソレノイドを利用した遮断弁を利用するものとする。このタイプの弁では本発明を実施した際に締結力が高まることが期待できるからである。すなわち、水素タンクを高圧化するとバルブ自体の締結力も高くなるため開弁時の力も大きくなる。この開弁時に消費される電力を小さくするためには本実施形態のように、パイロット式ソレノイドを利用することが好ましい。このタイプのバルブでは、閉鎖時にはソレノイドへの電流供給が停止され残留磁束とスプリングの力のバランスによって定まる速度で閉弁する。このとき弁体のシールの強さはスプリングの付勢力に依存するが、もしここでバルブ下流の圧力が小さければ、弁体にこのバルブ前後の差圧分だけ力が強く加わりシールの確実性が向上する。この点、本実施形態で遮断弁(元弁)を閉弁する場合には下流側の減圧処理を開始してから閉弁の制御信号を供給している。このため、本実施形態のように遮断弁の下流を減圧しながら閉弁することが、高いシール性を確保する上で好ましいのである。

【0032】

次に本実施形態1における動作を図2~4のフローチャートを参照しながら説明する。

当該フローチャートは電源が投入されている間、適当なインターバルで繰り返し実行されるものである。

【0033】

通常運転時（燃料電池の発電時）、当該燃料電池システムでは、元弁SV1を開放し水素ガスを水素ガス供給路に供給する他、遮断弁SV8及びSV9の開閉により調圧弁RGのダイヤフラムにかかる空気圧が調整され、循環経路R内の水素ガスの圧力が所望の燃料ガス圧力に制御される。燃料電池入口遮断弁SV2及び出口遮断弁SV3、遮断弁SV6及びSV7が開放され、水素ガスが循環経路R内を循環しながら燃料電池スタック10の燃料極に供給される。また、コンプレッサ22が適宜駆動され、加湿器23で湿度が加えられた空気が燃料電池スタック10の空気極に加えられ、空気オフガスが希釈器14に排出される。適当なタイミングで開閉されるパージ遮断弁SV5を経由して水分等を含んだ水素オフガスが希釈器14に供給され、空気オフガスによって希釈され排出される。

【0034】

本発明のガス漏れ判定実施は、通常燃料電池システムの停止時に実施される。但し運転中であっても一時的に発電を停止できる状態であれば本発明のガス漏れ判定を実施することが可能である。

【0035】

図2に示すように、ガス漏れ判定実施がされるタイミングまでは（S1：NO）、他の発電処理が実行される。ガス漏れ判定を実施するタイミングになったら（S1：YES）、制御部20はそれまで続けていた発電を持続するか、あるいはさらに発電量上げたり下げたりして、燃料電池スタック10における燃料系の水素ガス消費を持続させる（S2）。水素ガス供給路にはある程度の量の水素ガスが残留しており、これを消費させてしまうことが好ましいからである。

【0036】

次に、制御部20は高圧水素タンク11の元弁SV1を閉鎖する（S3）。燃料ガス供給源である高圧水素タンクからの水素ガスの供給を止めて発電を停止させるためである。本実施形態では、このときに元弁SV1の閉弁が完全に行われたのか否かを以下の手順で検出する。

【0037】

まず、循環経路R中に残留している水素ガスを回収タンク15に集める。このため、制御部はまず循環遮断弁SV7を閉鎖し（S4）、水素ポンプ13の回転数を増加させて（S6）、循環経路R中に残留している水素ガスを回収タンク15内に送り込む。同時に、パージ遮断弁SV5を開放して（S5）循環経路R内の圧力を下げさせる。パージ遮断弁SV5の開放によりパージがされるため、排出される水素ガスの濃度を下げる必要が出てくる。そこで制御部20は、コンプレッサ22の回転数を増加させて（S8）、希釈器14でパージされた水素オフガスを希釈するための空気量を増加させる。

【0038】

制御部20は、回収ポンプ15の手前にある圧力センサp3の圧力を監視し（S9）、回収タンク15内の圧力が所定の圧力Pc1に達したか否かを判定する。ここで、圧力Pc1は、回収タンク15が十分水素充填に耐えられると予想される容器保護圧力であり、回収タンク15の耐圧によって決定する。例えば耐圧の1.5倍に設定することができる。回収タンク15の圧力がこの圧力Pc1より低い場合には（S9：NO）、回収タンク15が十分耐えられる圧力である判断して次回の判断に委ねる。万一、回収タンク15の圧力がこの耐圧Pc1以上に達した場合には（S9：YES）、不都合な状態となることを避けるため、制御部20は水素ポンプ13の駆動を即時停止して（S10）回収タンク15からの逆流を防止するために回収タンク入口の遮断弁SV6を閉鎖する（S11）。通常は回収タンク15の耐圧までは上がらないと考えられる。

【0039】

以上の処理によって、元弁SV1の下流側の燃料ガス経路が減圧処理されることになる。減圧処理後は圧力変動が測定される。図3に示すように、制御部20は元弁SV1直下

の圧力センサ p_1 の検出信号に基づいて、経路内圧力が所定の圧力 P_{c2} 以下になったか否かを判定する (S20)。ここで、この所定の圧力 P_{c2} として、本実施形態におけるガス漏れ判定を行うために十分な差圧が元弁 SV_1 の上流と下流との間に発生するような圧力に設定する。圧力センサ p_1 により検出された経路内圧力がこの圧力 P_{c2} より大きい場合には (S20:NO)、まだ減圧処理を続けるべきと判断して次の判断に委ねる。

【0040】

上記したように、元弁 SV_1 下流の減圧処理としては、燃料電池スタック 10 による水素ガスの消費処理やパージ処理による減圧、回収タンク 15 への水素ガス回収処理によって達成される。いずれか一つの処理であっても減圧は実行されるが、複数組み合わせることによってより早く減圧が行える。

【0041】

さて、経路内圧力が圧力 P_{c2} 以下に下がった場合には (S20:YES)、本発明のガス漏れ判定に移行する。制御部 20 は、元弁 SV_1 の下流側の遮断弁を閉じ、経路内圧力の時間変化を測定する。すなわち、燃料電池入口遮断弁 SV_2 が閉鎖され (S21)、水素ポンプ 13 の駆動が停止され (S22)、パージ遮断弁 SV_5 が閉鎖され (S23)、燃料電池出口遮断弁 SV_3 が閉鎖される (S24)。そして、一定時間 t_1 が経過するまで待つ (S25:NO)、時間 t_1 が経過したら (S25:YES)、再び圧力センサ p_1 で測定される経路内圧力に変動が生じたか否かが検査される (S26)。ここで時間 t_1 だけ待つのは、制御信号を出力してから実際に遮断動作が完了するまでの遮断弁の応答遅れを考慮した他、遮断弁を閉じてからの循環経路 R 内の圧力変動が安定するまで待つ必要があるからである。

【0042】

次のステップとして、減圧処理によって達した圧力値に応じて圧力変動を測定するための圧力センサを切り変える。通常、圧力センサは、測定可能な圧力範囲が個別に定められている。相対的に高圧のレンジを測定可能に調整された圧力センサであればその高圧のレンジにおける圧力を測定可能であり、相対的に低圧のレンジを測定可能に調整された圧力センサであればその低圧のレンジにおける圧力を測定可能である。一般に、高圧対応の圧力センサほど測定精度は低くなり、低圧対応の圧力センサほど測定精度が高くなる。これは、低圧に対応する圧力センサほど測定可能な圧力レンジが小さくなるため、より小さな圧力変化まで識別可能となるためである。

【0043】

例えば、本実施形態では、比較的高圧を測定する圧力センサ p_1 は高圧を測定可能であるが比較的精度が低いのに対し、比較的低圧である調圧弁 RG の下流側の圧力を測定する圧力センサ p_2 は測定できる圧力レンジは小さいが比較的精度が高くなるのである。精度の高い圧力センサ p_2 で測定する方が僅かな圧力変動を検出可能であるため好ましいが、期待どおりに水素ガス供給路を減圧できない場合がある。例えば、元弁 SV_1 のシールが不全となっていて元弁を閉める制御信号を出力しても元弁の閉弁が不十分で比較的多くの水素ガスが漏れ出て来てしまっている場合、減圧処理をしたにも関わらず水素ガス供給路の圧力が十分下がらないことが考えられる。このような場合には多少精度が低下しても高圧用の圧力センサ p_1 を使わざるを得ないのである。

【0044】

この判定のため、制御部 20 は圧力センサ p_1 を用いて水素ガス供給路の圧力が所定の圧力 P_{c3} 以下か否かを判定する (S26)。ここでこの圧力 P_{c3} は、低圧用の圧力センサ p_2 を用いた方がよいか、高圧用の圧力センサ p_1 を用いた方がよいかを識別するためのしきい値とする。例えば、低圧用の圧力センサ p_2 で識別可能な最大圧力より小さく設定する。

【0045】

低圧用の圧力センサ p_2 を利用すべき場合 (S26:YES)、制御部 20 は一定時間圧力センサ p_2 の検出信号に基づく圧力変動を監視する (S30)。例えば、ある時間に

圧力センサ p 2 によって検出された圧力を記憶し、その後一定時間待って再び圧力センサ p 2 によって検出される圧力を記憶する。そして両圧力の差分を求めて変化量を求める。または 3 回以上測定してその平均を計算し、より確実な圧力変動を求めるようにしてもよい。その結果、圧力が上昇しておりその変化量が所定の圧力差 P_{c4} 以上であった場合（S 3 1 : YES）、圧力が上昇しているので元弁 S V 1 の閉弁異常を十分推定できるため、元弁シール S V 1 異常対応処理を実施する（S 3 2）。この処理は燃料電池システムの構成によって種々に考えられるが、例えば燃料電池を停止したり、警告ランプをこの電気自動車の内室に点灯させてユーザにサービスの必要性を警告したりするような処理が考えられる。なお、圧力差 P_{c4} は、低圧時における元弁 S V 1 からのガス漏れによる圧力上昇を十分識別可能なしきい値に設定する。

【0046】

また、圧力が下降しておりその変化量が所定の圧力差 P_{c6} 以上であった場合（S 3 1 : NO, S 3 3 : YES）、本来下がらないはずの圧力が低下しているので経路のどこかに漏れが生じたおそれがある。そこで水素漏れ対応処理（S 3 4）を実施する。当該処理は、燃料電池を停止したりユーザにサービスの必要性を警告したりする警告ランプの点灯の他、ガス漏れを最小限に抑えるために、以後の水素ガス供給路や循環経路 R の圧力上限を下げる等の措置が考えられる。また、修理が完遂されるまで燃料電池システムの稼働を禁止することが考えられる。なお、所定の圧力差 P_{c6} は低圧下において水素漏れが十分推測されるような圧力下降量を識別可能なしきい値とする。

【0047】

一方、高圧用の圧力センサ p 1 を利用すべきと判断された場合（S 2 6 : NO）、制御部 2 0 は同様に一定時間圧力センサ p 1 によって検出される圧力変動を監視する（S 4 0）。監視の仕方は上記圧力センサ p 2 と同様である。その結果、圧力が上昇しておりその変化量が所定の圧力差 P_{c5} 以上であった場合（S 4 1 : YES）、圧力が上昇しているので元弁 S V 1 の閉弁異常を十分推定できるため、元弁シール S V 1 異常対応処理を実施する（S 4 2）。この処理については、ステップ S 3 2 と同様に考えられる。なお、圧力差 P_{c5} は、高圧時における元弁 S V 1 からのガス漏れによる圧力上昇を十分識別可能なしきい値に設定する。

【0048】

また、圧力が下降しておりその変化量が所定の圧力差 P_{c7} 以上であった場合（S 4 1 : NO, S 4 3 : YES）、本来下がらないはずの圧力が低下しているので経路のどこかに欠陥が生じたおそれがある。そこで水素漏れ対応処理（S 4 4）を実施する。当該処理については、ステップ S 3 4 と同様に考えられる。なお所定の圧力差 P_{c7} は高圧下において水素漏れが十分推測されるような圧力下降量を識別可能なしきい値とする。

【0049】

上記いずれにも該当しない場合（S 3 3 : NO, S 4 3 : NO）、元弁 S V 1 の閉弁異常や水素ガス供給路におけるガス漏れは存在しないものとして、処理を終了する。

【0050】

以上で本実施形態のガス漏れ判定は終了するが、次回の電気自動車（燃料電池システム）の始動時、回収タンク 1 5 に収容された水素ガスを優先使用しなければならない。そこで図 4 に示すような処理で水素ガスを利用する。まず起動が指示されると（S 5 0 : YES）、制御部 2 0 は、それまで閉じられていた循環遮断弁 S V 7、回収タンク遮断弁 S V 6、燃料電池入口遮断弁 S V 2、及び燃料電池出口遮断弁 S V 3 を開放させる（S 5 2）。以上の処理によって、回収タンク 1 5 の出口から収容されていた水素ガスが水素ガス供給路に供給され、その水素ガスで発電が開始される。

【0051】

回収タンク 1 5 に水素ガスが残っている限り（S 5 2 : NO）、水素ポンプ 1 3 の出口圧力（回収タンクの圧力）p 3 は下がらない。そこで、当該水素ポンプ出口圧力 p 3 が所定の圧力 P_{c9} より大きい場合には（S 5 2 : NO）回収タンク 1 5 内の水素ガスを利用した発電が実行され、水素ポンプの出口圧力 p 3 が P_{c9} 以下になった場合に（S 5 2 :

YES)、初めて高圧タンク11の元弁SV1が開放されるような制御信号が供給される(S53)。同時に水素ポンプ13を駆動する制御信号も出力される。なお、回収タンク15の圧力を判定するしきい値Pc5は回収タンク15内の水素ガスが残留しているのか総て供給されたのかを識別可能なしきい値に設定する。

【0052】

以上の本実施形態1によれば、元弁のガス漏れが適切に判断できるので、水素タンク11を高圧化しても対応することができる。

【0053】

また本実施形態1によれば、水素タンク11を高圧化することによって水素ガス供給路や循環経路R内に多量の水素ガスが滞留するようになっても、運転停止時に経路内の水素ガスを回収タンク15に送り込むので、運転停止時の循環経路R内を水素ガスが極めて少ない安全な状態に保つことができる。

【0054】

減圧処理後の水素ガス供給路内の圧力に応じて圧力変動を監視する圧力センサを選択するので、その時の圧力に応じてより精度の高い圧力センサが選択され、正確に元弁SV1からの水素ガス漏れが検出可能である。

【0055】

また減圧処理しながら、遮断弁SV2やSV3、SV6、及びSV7が閉じられるので、これら遮断弁に例えばパイロット式ソレノイドバルブ、またはそれに類似の構造を備えている弁を利用した場合にシール効果を高めることができる。これらバルブは後流側の圧力を減じながら遮断処理することでシール性能を向上させることができるからである。

【0056】

さらに、密封した元弁SV1の下流の圧力変化量が所定値以上の圧力であれば元弁の不良と所定値以下の圧力であれば水素ガス供給路の欠陥と判断するので、圧力変化の態様によって複数のガス漏れ態様を検出することができる。

また始動時にはまず回収タンク15から水素ガスを供給できるので、経済的である。

【0057】

(実施形態2)

本発明の実施形態2は、上記実施形態1の回収タンクを元弁SV1に設けた構造に関する。図5に本実施形態2における燃料電池システムのシステム全体図を示す。

図5に示すように、本実施形態1における当該燃料電池システムは、ほぼ実施形態1におけるシステムと同様の構造を備えるが、回収タンク15が元弁SV1の近傍に設けられている。

【0058】

つまり、元弁SV1の下流に回収タンク15への水素ガス供給路が接続しており、水素ポンプ16、遮断弁SV10、圧力センサp4、回収タンク15、及び遮断弁SV11からなる循環路が設けられている。また、循環経路Rでは、回収タンク15及び循環遮断弁SV7に代えて逆止弁RVが設けられている。循環経路Rの水素ガス供給路への接合点は調圧弁RGの下流になっている。それ以外の構成については図1の実施形態1と同様である。

【0059】

次に本実施形態2における動作を図6～8のフローチャートを参照しながら説明する。当該フローチャートは電源が投入されている間、適当なインターバルで繰り返し実行されるものである。

【0060】

通常運転時(燃料電池の発電時)の処理は前記したとおりです。まず、図6に示すように、ガス漏れ判定実施がされるタイミングまでは(S61:NO)、他の発電処理が実行される。ガス漏れ判定を実施するタイミングになったら(S61:YES)、制御部20は実施形態1と同様、燃料系の水素ガス消費を持続させ(S62)、高圧水素タンク11の元弁SV1を閉鎖する(S63)。

【0061】

本実施形態では循環経路 R 中の水素ガスは燃料電池スタック 10 及びパージ制御弁 S V 5 からのパージによって減圧される。そのため、制御部 20 は遮断弁 S V 6 を閉鎖して循環経路 R を閉鎖し (S 6 4)、パージ遮断弁 S V 5 を開放し (S 6 5)、コンプレッサ 2 の回転数を増加させる (S 6 8)。

【0062】

一方、回収タンク 15 に調圧弁 R G の上流の水素ガス供給路へ滞留している水素ガスを收容するため、制御部 20 は、水素ポンプ 16 を駆動させ、遮断弁 S V 10 を開放させる (S 6 6)。次いで、制御部 20 は、実施形態 1 と同様に、回収ポンプ 15 の手前にある圧力センサ p 4 の圧力を監視し (S 6 9)、回収タンク 15 内の圧力が所定の圧力 P c 1 に達したか否かを判定する。そして、回収タンク 15 の圧力がこの圧力 P c 1 より低い場合には (S 6 9: NO)、回収タンク 15 が十分耐えられる圧力である判断して次回の判断に委ね、万一回収タンク 15 の圧力がこの耐圧 P c 1 以上に達した場合には (S 6 9: YES)、水素ポンプ 16 の駆動を即時停止して (S 7 0) 回収タンク 15 からの逆流を防止するために回収タンク入口の遮断弁 S V 10 を閉鎖する (S 7 1)。

【0063】

以上の処理によって、元弁 S V 1 の下流側の燃料ガス経路が減圧処理されることになる。減圧処理後は実施形態 1 とほぼ同様にして圧力変動が測定される (図 3 参照)。

【0064】

さて、次の電気自動車 (燃料電池システム) の始動時、図 7 に示すような処理で回収タンク 15 に收容された水素ガスが優先使用される。まず起動が指示されると (S 100: YES)、制御部 20 は、それまで閉じられていた回収タンク 15 の前後の遮断弁 S V 10 と S V 11 を開放させ、同時に循環経路 R の遮断弁 S V 6、燃料電池入口遮断弁 S V 2、及び燃料電池出口遮断弁 S V 3 を開放させる (S 101)。以上の処理によって、回収タンク 15 の出口から收容されていた水素ガスが水素ガス供給路に供給され、調圧弁 R G で調圧されて燃料電池スタック 10 に供給され、発電が開始される。

【0065】

回収タンク 15 に水素ガスが残っている限り (S 102: NO)、水素ポンプ 16 の出口圧力 (回収タンクの圧力) p 4 は下がらない。そこで、当該水素ポンプ出口圧力 p 4 が所定の圧力 P c 9 より大きい場合には (S 102: NO) 回収タンク 15 内の水素ガスを利用した発電が実行され、水素ポンプの出口圧力 p 4 が P c 9 以下になった場合に (S 102: YES)、初めて高压タンク 11 の元弁 S V 1 が開放されるような制御信号が供給される (S 103)。同時に循環経路 R の水素ポンプ 13 を駆動する制御信号も出力される。

【0066】

以上の本実施形態 2 によれば、循環経路 R 以外の元弁付近に回収タンクを設けても本発明を実施し、実施形態 1 と同様の各効果を奏することができる。

【0067】

(その他の実施形態)

本発明は上記各実施形態に限定されることなく種々に変更して利用することができる。例えば、回収タンクを設ける位置は上記各実施形態に限定されず種々に設計変更することができる。回収タンクを設けないシステムに対しても、本発明のガス漏れ判定処理を適用することももちろん可能である。

【0068】

また循環経路 R は必須の構成ではなく、燃料ガスを循環させない形式の燃料電池システムにも本発明を適用可能である。

【0069】

さらに上記実施形態では元弁 S V 1 についてのガス漏れの有無を検出していたが下流の遮断弁 S V 2 や S V 3、S V 6 に対しても同様に弁の開弁またはシールの確実性を判定することが可能である。すなわち、下流の遮断弁 S V 2 や S V 3、S V 6 の下流にそれぞれ

圧力センサを設け、その遮断弁とその一つ下流側の遮断弁との間の経路に封止空間を形成し、その封止空間の圧力変動を圧力センサ等によって検出することにより、上流側の遮断弁の開弁異常、シール異常等によるガス漏れを検出することができる。その封止空間の圧力変動が圧力上昇の傾向にあれば上流側の遮断弁の異常を推測でき、圧力下降の傾向にあれば、当該経路区間のガス漏れが推測できる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本実施形態1に係る燃料電池システムのブロック図。

【図2】本実施形態1に係る燃料電池システムの制御方法を説明するフローチャート(その1)。

【図3】本実施形態1に係る燃料電池システムの制御方法を説明するフローチャート(その2)。

【図4】本実施形態1に係る始動時の動作フローチャート。

【図5】本実施形態2に係る燃料電池システムのブロック図。

【図6】本実施形態2に係る燃料電池システムの制御方法を説明するフローチャート

。

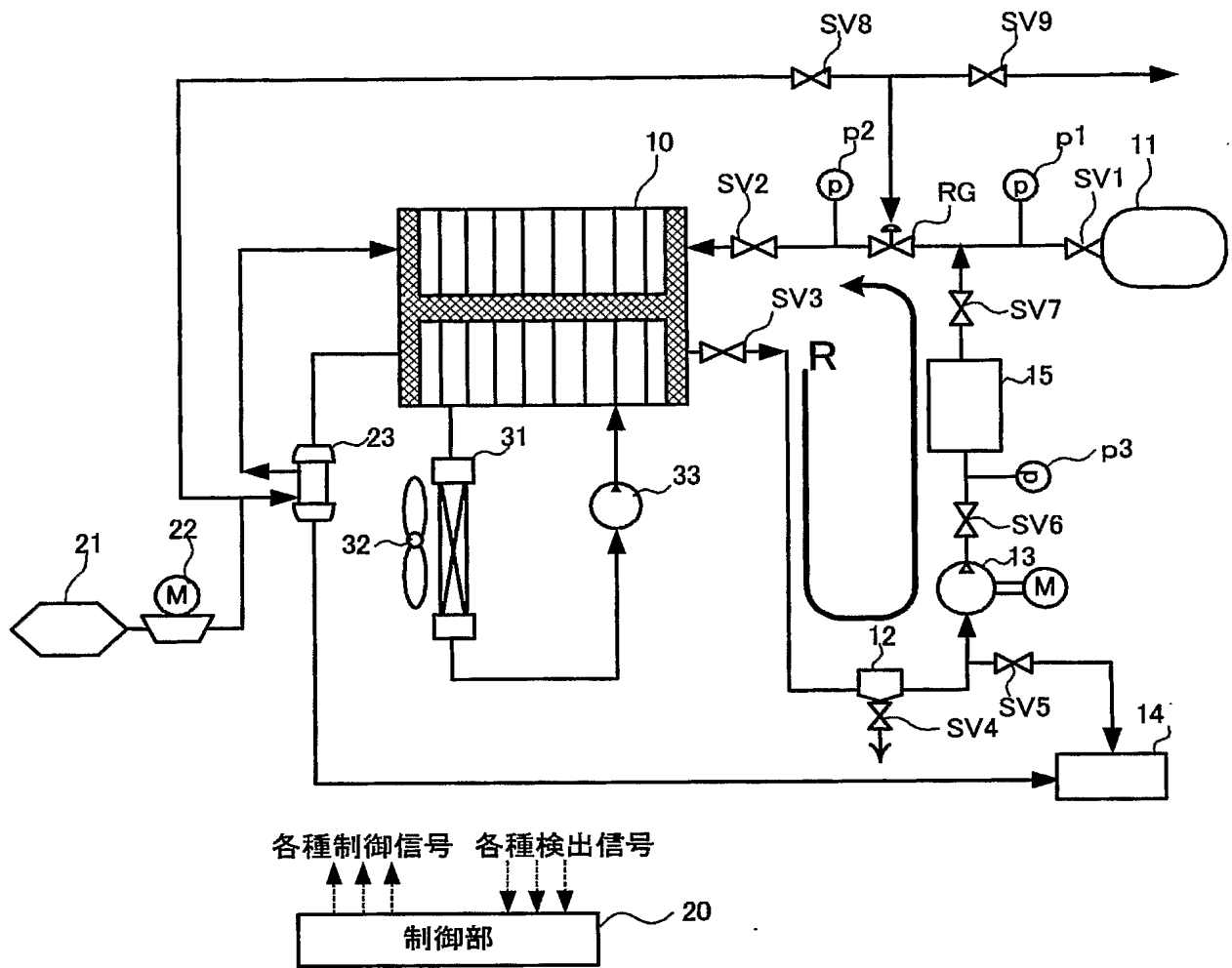
【図7】本実施形態2に係る始動時の動作フローチャート。

【符号の説明】

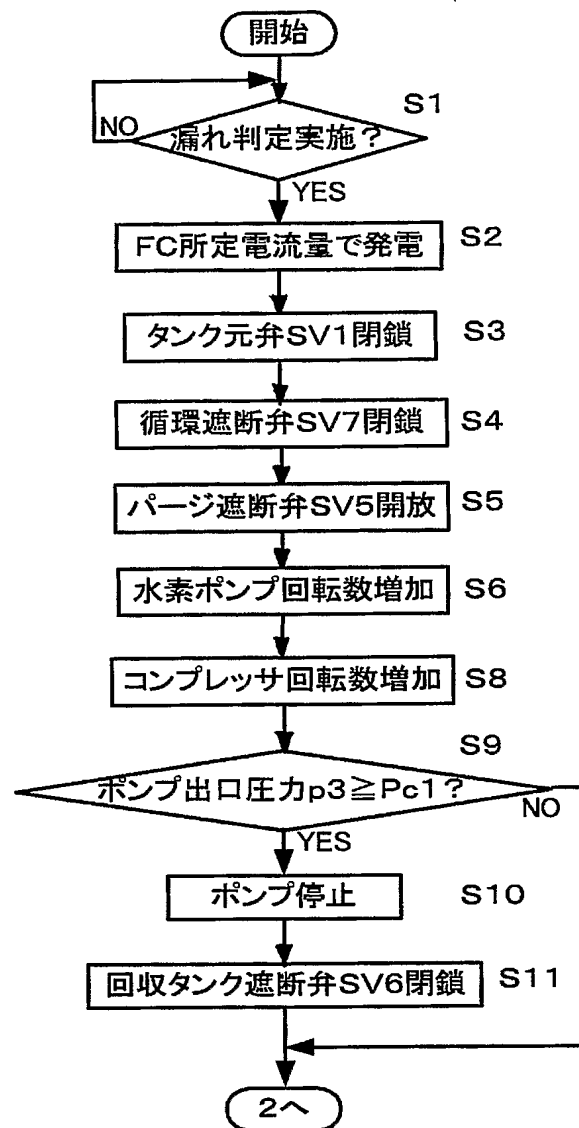
【0071】

p1～p3…圧力センサ、RG…調圧弁(レギュレータ)、SV1…元弁、SV2…燃料電池入口遮断弁、SV3…燃料電池出口遮断弁、SV4、SV6、SV8～SV11…遮断弁、SV5…パージ遮断弁、SV7…循環遮断弁、10…燃料電池スタック、11…高圧水素タンク、12…気液分離器、13、16…水素ポンプ、14…希釈器、15…回収タンク、20…制御部、21…エアクリーナ、22…コンプレッサ、23…加湿器、31…ラジエタ、32…ファン、33…冷却水ポンプ

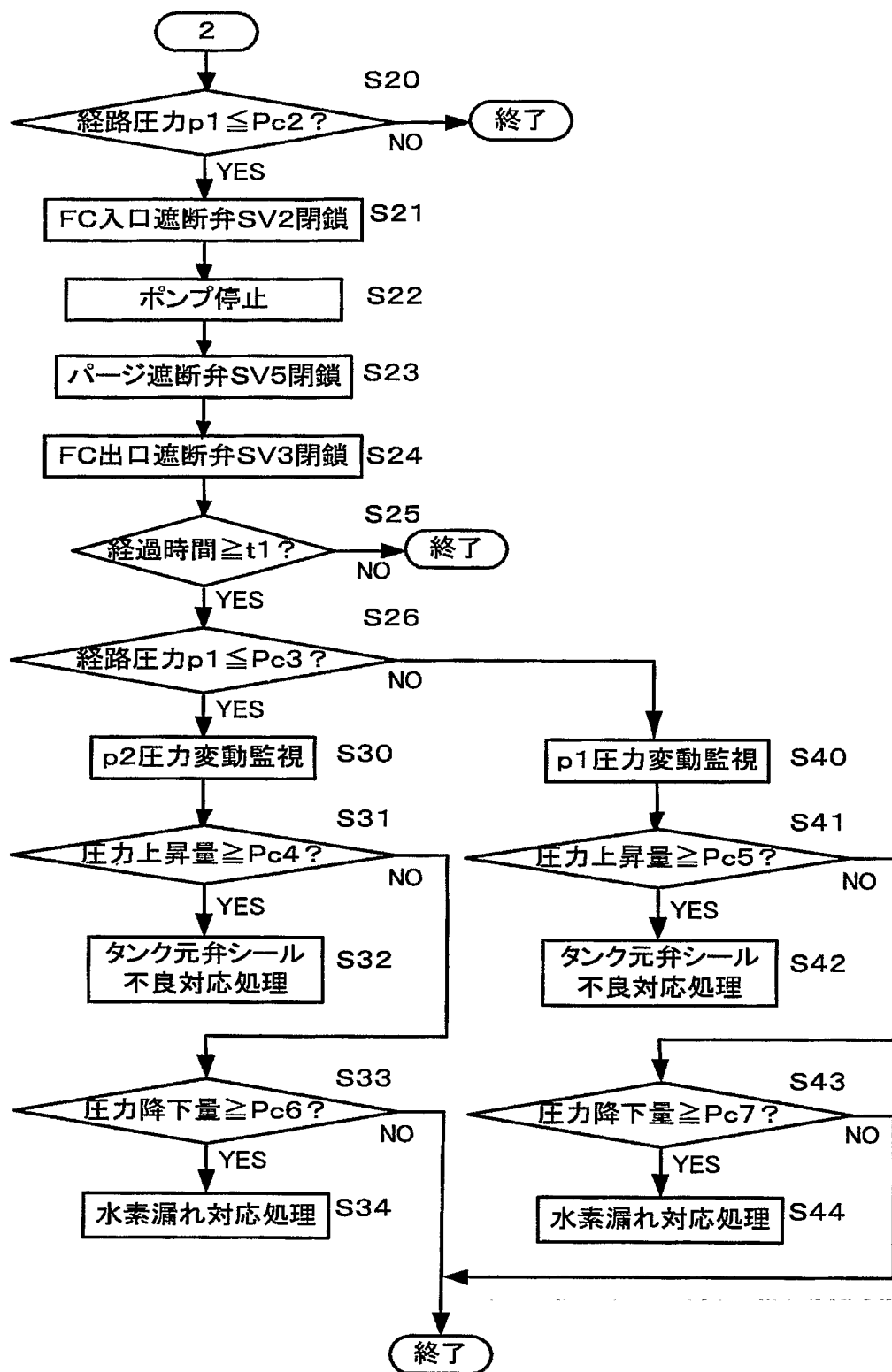
【書類名】 図面
【図 1】



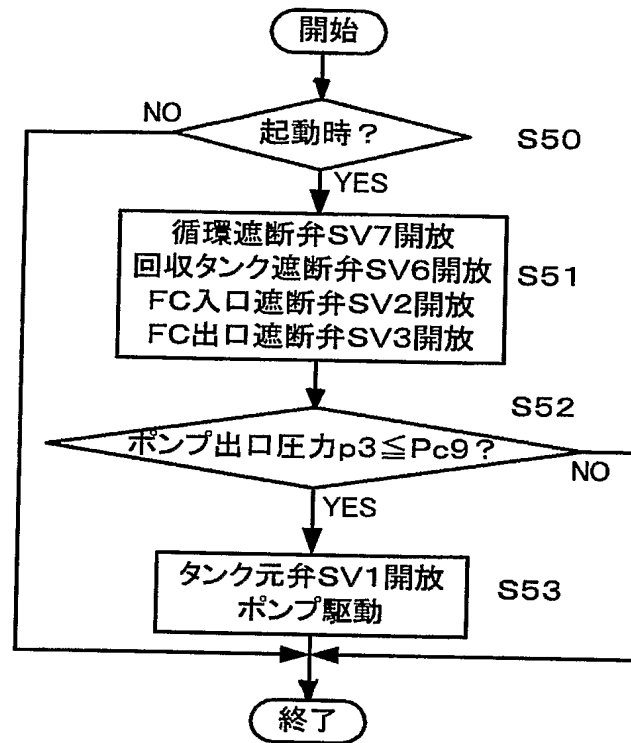
【図 2】



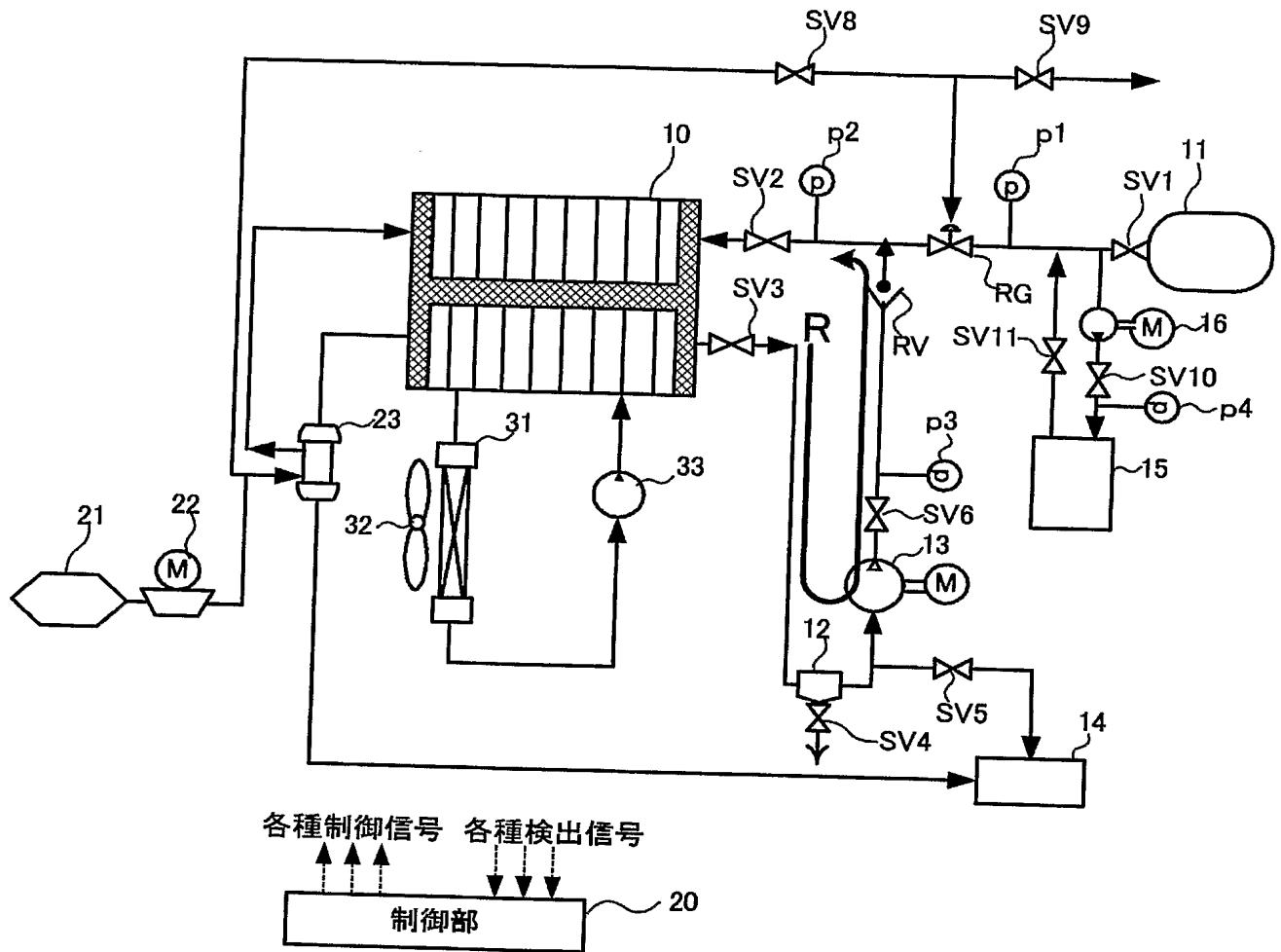
【図 3】



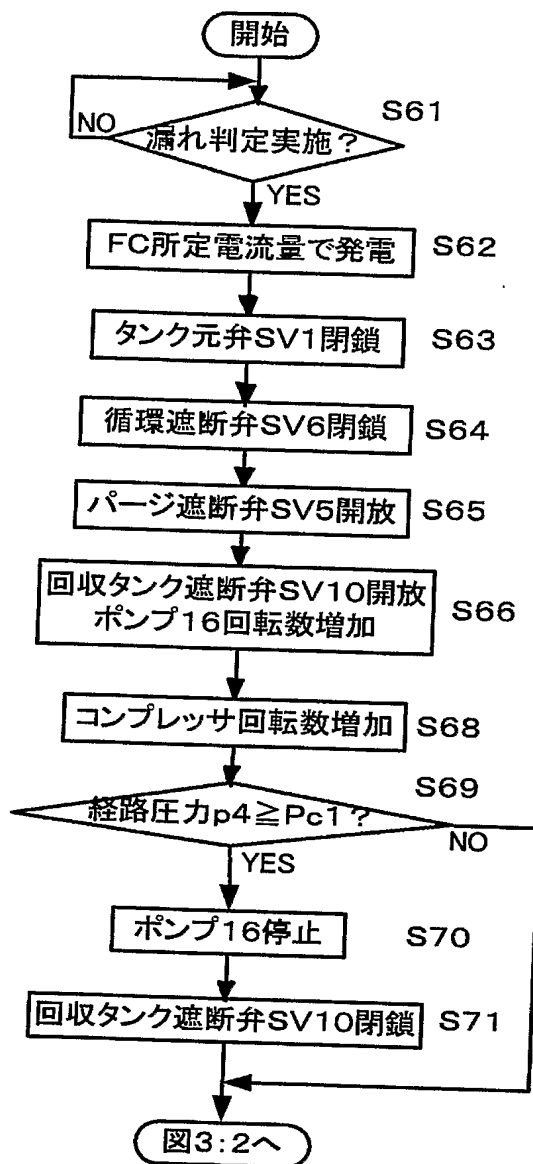
【図 4】



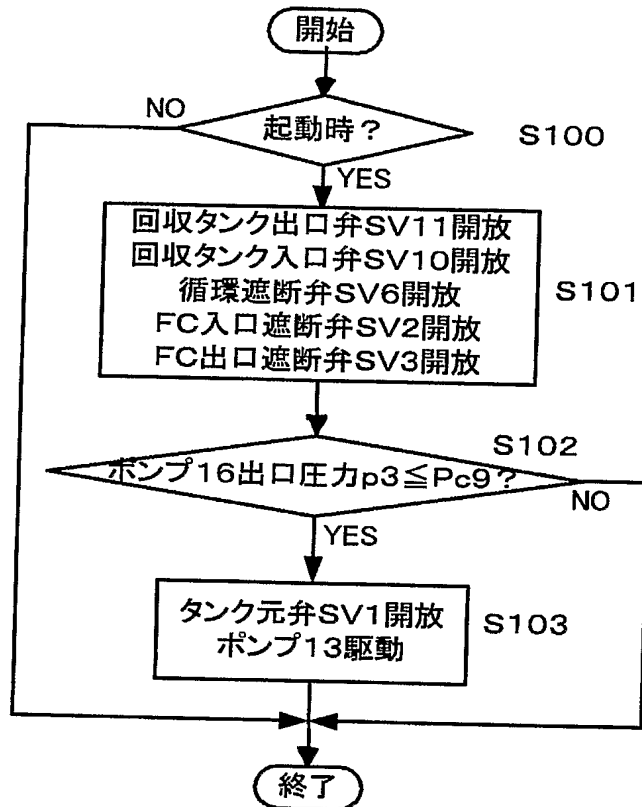
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発電効率が高く駆動手段を小型化可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料ガスを循環させて発電する燃料電池（FC）を備える燃料電池システムであって、燃料ガスを循環させる循環経路（R）、循環経路（R）に設けられた、燃料ガスを循環させるための駆動手段（PM）、循環経路（R）における燃料ガスの圧力を調整する圧力調整手段（RG）を備え、燃料電池（FC）に要求される発電電力に基づいて、駆動手段（PM）の駆動特性を決定し、決定された駆動手段（PM）の駆動特性に基づく駆動量不足を補うように圧力調整手段（RG）による圧力調整量を決定するものである。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 7 6 6 3 6
受付番号	5 0 4 0 0 4 4 1 4 5 4
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 6 年 3 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成16年 3月17日

特願 2 0 0 4 - 0 7 6 6 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社